

⑤ Int. Cl.<sup>4</sup>

G 06 F 15/60

識別記号

4 0 0

庁内整理番号

6615-5B

⑬ 公開 昭和63年(1988)10月5日

審査請求 未請求 発明の数 1 (全14頁)

⑭ 発明の名称 CAD装置

⑮ 特 願 昭62-73422

⑯ 出 願 昭62(1987)3月27日

⑰ 発 明 者 石 田 智 利 茨城県日立市久慈町4026番地 株式会社日立製作所日立研究所内

⑱ 出 願 人 株式会社日立製作所 東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地

⑲ 代 理 人 弁理士 鶴沼 辰之 外1名

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

CAD装置

## 2. 特許請求の範囲

1. 与えられる2以上の部品からなる機械の設計寸法に基づいて、予め設定された基準点からの各部品の組立状態における外形位置を演算し、該演算結果に基づいて前記機械の組立状態を図形表示する表示装置を備えてなり、前記各部品の公差を含めて前記基準点からの部品の外形位置座標の最大値と最小値を演算する手段と、該演算結果に基づいて組立状態における各部品相互が係合する部分の外形位置が存在する可能性のある領域を演算する手段と、該演算結果の領域を前記図形表示に合わせて表示させる手段と、を有してなることを特徴とするCAD装置。

## 3. 発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

本発明は、機械設計作業に用いるCAD (computer aided design)装置に関する、具体的

には機械または部品等の形状(以下、単に機械形状または形状と称する)を表わす点、線、面、立体、寸法等の形状データからなる設計データに基づいて、その設計データに含まれる公差を考慮した関連形状を表示する機能、すなわち実際に製作され得る部品等の形状幅を考慮して、関連部品等の組立状態における相互関係を表示する機能を備えたCAD装置に関する。

〔従来の技術〕

機械形状を表現する点、線、面を陰極線管(CRT)またはその他の表示媒体で表示する用途は数多くある。このような表示装置の入力は、点は座標値で特定し、線は端点と線の方程式とで特定し、面は面を囲む線と面の方程式とで特定し、立体は立体を囲む面とその面の方程式とで特定し、寸法は基準寸法、上の寸法許容差、下の寸法許容差の値と、寸法の方角と、寸法を規定する両端の点、線、面によって特定するのが普通である。

また、一般的な表示装置は、2次元的に一平面上に表示を行うので、表示装置には、3次元の入

力データを2次元平面上に投影する機能をもつ表示装置と、2次元平面上に投影した2次元の形状データに変換した入力のみを受け付ける表示装置が存在する。

どちらの表示装置を用いても、投影したデータを直接的に表示すれば、機械の点は、上の寸法許容差や下の寸法許容差(以下、適宜公差と称する)考慮しない大きさの点として、また機械の線は、公差を考慮しない大きさの点、または太さと長さの線として、また機械の面は、公差を考慮しない太さと長さの線、またはそのような線で囲む面として表示される。また寸法は、公差を考慮しない太さおよび長さの寸法線または寸法補助線および基準寸法、上の寸法許容差、下の寸法許容差を表わす数値により表示されるようになっている。

そして、基準寸法の値は、図形的に寸法線の長さとして表示していた。そして、複数の各部基準寸法を加減することにより、基準寸法で製作したときの機械に係る任意の2つの図形要素の間隔を求め、その間隔を図形要素の位置座標の差として

図形表示していた。

(発明が解決しようとする問題点)

しかし、従来は、公差の値は図形的には表示されないばかりでなく、公差の集積結果も図形的には何ら表示されなかった。

また、一般に、複数の数値を比較検討するとき、人間工学的には数字による表現よりも、数値に対応する長さの図形で表現する方が好ましい。例えば、棒グラフや円グラフが用いられるのは、このためである。機械形状の表示装置においても、基準寸法のみならず、公差および公差の集積結果をも形状要素の長さとして表示する方が好ましい。しかし、従来このような機能を有していなかったため、組立てに支障があるか否かの判断を含めた設計作業が煩雑で、能率が悪いという問題があった。

本発明の目的は、上記従来の問題点を解決すること、いい換えれば基準寸法と公差からなる設計データに基づいて公差を考慮した関連形状を表示する能力、すなわち実際に製作され得る部品等の

形状幅を考慮して、関連部品等の組立状態における相互関係を表示する機能を有したものとし、設計の作業性と能率を向上させることができるCAD装置を提供することにある。

(問題点を解決するための手段)

本発明は、上記目的を達成するため、与えられる2以上の部品からなる機械の設計寸法に基づいて、予め設定された基準点からの各部品の組立状態における外形位置を演算し、該演算結果に基づいて、前記機械の組立状態を図形表示する表示装置を備えてなり、述記各部品の公差を含めて前記基準点からの部品の外形位置座標の最大値と最小値を演算する手段と、該演算結果に基づいて、組立状態における各部品相互に係合する部分の外形位置が存在する可能性のある領域を演算する手段と、該演算結果の領域を前記図形表示に合わせて表示させる手段と、を有してなるCAD装置としたことにある。

(作用)

このような構成することにより、公差を含めた

部品の外形位置が、その存在する可能性のある領域として図形表示されることになる。したがって、設計者は表示図形を視ることにより、上記領域が他の関連する部品の同領域との重なり状態を容易に判断することができ、これによつて設計の合理性を直ちに検討することができることになる。

(実施例)

(実施例1)

第1図に本発明の一実施例のCAD装置を示す。図示のように、入力媒体1と、データ処理装置2と、表示端末装置3とから構成されている。入力媒体1は、磁気テープまたは磁気ディスクであることが好ましいが、特定の用途にとつて便利な他の任意の媒体であつてもよい。処理装置2は、電子計算機であることが好ましいが、表示しようとするデータを処理するためにだけ使われる特殊装置であつてもよい。本発明の好ましい実施例では、表示端末装置3は、線を個別のベクトルとして表示する機能、および領域を特定の色に塗り渡す機能を有する。例えばCRTなどの表示装置である

ことが好ましい。しかし、これは例えば作図装置のような他の任意の適当な表示媒体であってもよい。

本実施例を説明するにあたり、具体的な機械として、第2図(A)、(B)、(C)、(D)に示す形状のものに適用した場合を例にして説明する。なお、同図(D)は、組立てた状態の斜視図を示し、同図(A)～(C)は、各部品10、30、50の斜視図を示す。第2図図示部品の各部設計データは、第3図(A)～(C)に示す内容となっており、入力媒体1を介して入力される。

第3図のデータは、第2図(A)、(B)、(C)、(D)に示す3つの部品10、30、50で構成される機械の組立状態の形状を、平面に投影した結果として、2次元的に表示するようにしたものである。なお、このデータ構成は、本発明を実施例するデータ構造として特に好ましい構成であるが、本発明は必ずしもこの構成に限定されるものではない。

また、第3図のデータでは、形状は外形を表わ

式で保存される。

次に、 $x$ 、 $y$ 各座標ごとに基準座標を設定し、この表形式のデータから、各点の位置座標を寸法の式として生成する(200)。第3図のデータからは、例えば $x=20$ 、 $y=0$ が予め定められた基準座標であるので、第7図に示すデータが生成される。この結果、例えば点13の $x$ 座標は、寸法81と寸法19の和となり、点13の $y$ 座標は、寸法71と寸法83と寸法20の和となる。基準座標は固定した位置、例えば原点位置とすることもできるが、この装置の利用者が予め用意した基準座標のデータを用いることもできる。

次に、公差を考慮して、各部の位置座標値の最大値と最小値を生成する(300)。第7図のデータからは、第8図に示すデータが生成される。例えば点13の $y$ 座標の最大値は、寸法71、寸法83、寸法20がいずれも最大となる時に生じる $35+0.2$ となり、最大値は、寸法71、寸法83、寸法20がいずれも最小となる時に生じる $35-0.2$ となっている。

す直線の組によつて特定され、各直線は両端の点によつて特定されている。例えば、直線15は両端点11と12によつて特定されている。各点は点の座標値によつて特定されている。例えば、点11は座標(20, 10)によつて特定されている。また、いくつかの直線の間隔は、基準寸法、上の寸法許容差、下の寸法許容差という寸法値によつて特定されている。例えば、直線15と直線17の間隔は寸法19によつて特定されており、寸法値は $20_{-0.1}^{+0.1}$ である。なお、第3図(a)～

(o)の点、直線、寸法の欄の数値、符号は、第2図の各部(点、直線、寸法)に付した符号に対応され、 $x$ 、 $y$ は基準座標(図示基準点 $p$ )からの座標寸法を表わす。

第8図に本実施例の処理手順のフローチャートを示す。

まず、第3図に示した形式の入力データが、列装装置2に読み込まれる(100)。そして、直線と端点、点と座標値、寸法と直線の3つの表形

次に、直線と点の表と、点の位置座標の最大値と最小値から、各直線の存在する可能性のある領域を表現する直線と点のデータを作成する(400)。例えば、直線37の存在する可能性のある領域は、第9図右上から左下へのハッチングの部分37Aであり、直線38の存在する可能性のある領域は、第9図左上から右下へのハッチングの部分38Aである。各直線は、元の直線と垂直な方向へは端点の座標値の最大値と最小値の間の領域とし、元の直線の方角へは各端点ごとの座標値の最大値と最小値の平均の間の領域とする。そこで、この長方形領域を囲む4辺と4点、および元の直線の方角で長方形の中央を通り、元の直線と平行な長方形の辺と同じ長さの直線のデータを、両端点で限定する形式で生成する。例えば、直線37および直線38の存在する可能性のある領域を表現する直線および点としては、第10図(A)、(B)に示すデータとして生成される。この際、領域37A、38Aの幅は、長さと比較して非常に狭いので、実寸法または単純な拡大、縮小で表示した場合、

領域は見にくい。そこで、本実施例では、幅のみを10倍に拡大して直線と点のデータを作成している。

最後に、かかる直線分を表示し、その直線分で囲まれる領域37A, 38Aを、あらかじめ指定した色で塗り潰すことによつて、形状を明瞭に表示する(500)。

第11図(A)~(C)は、各点の位置座標を表現する寸法の式を生成する処理(200)を、さらに詳しく示す図である。以下では、数式表現のx座標を数式x座標とよび、これと区別するため、数値表現のx座標を数値x座標とよぶ。y座標についても同様とする。

この処理の大きな流れは、まず、入力された点のデータから、予め定めたxの基準座標上の点を1つ選び(210)、この点pは、基準座標上に位置するので、この点の数式x座標値を数式表現の0とし(220)、その点を基点に各点の数式表現のx座標値を生成し(230)、y座標についても同様の処理(250, 260, 270)を行

処理235は、さきの寸法 $d$ が限定している直線のうち、 $l$ でない直線を $l'$ とすることによつて実施される。

処理236は、直線 $l'$ の任意の1端点 $p'$ とすることによつて実施される。

処理237は、点pの数値x座標値と点 $p'$ の数値x座標値を比較して、前者が後者以外の場合、238の処理を行い、そうでない場合、239の処理を行うことによつて実施される。処理238は、点 $p'$ の数式x座標として(点pの数式x座標値 $+d$ )を代入することによつて実施され、処理239は、点pの数式x座標として(点pの数式座標値 $-d$ )を代入することによつて実施される。

処理241は、点 $p'$ を点pとみなし、直線 $l'$ を直線 $l$ とみなして、231の処理を行うことによつて実施される。すなわち、いわゆる再帰的処理を行うことによつて実施される。

第12図は、各位置座標の最大値および最小値を生成する処理(300)を、さらに詳しく示し

うことである。基準座標は、固定した位置として予め決めておくこともできるが、適宜、必要に応じてこの装置の利用者が指示できる方法を用意しであることが望ましい。

処理230は、点pを端点とするすべての直線分 $l$ について、231の処理を行うことによつて実施される。

処理231は、点pの数値x座標値と直線 $l$ のpでない端点の数値x座標値が等しい、すなわち直線 $l$ がy座標軸と平行で、しかも直線 $l$ のpでない端点の数式x座標がまた設定されていない場合のみ(232)、233および234の処理を行うことによつて実施される。

処理233は、直線 $l$ のpでない端点の数式x座標にpの数式x座標値と同一の値を代入することによつて実施される。

処理234は、直線 $l$ を端とするすべての寸法、すなわち直線 $l$ と他の直線の間を規定している寸法 $d$ について、235, 236, 237, 241の処理を順に行うことによつて実施される。

た図である。

この処理は、すべての点p(310)の各座標(x, y)について(320)、各数式座標値の最大値と最小値を生成する処理である330, 340, 350, 360を行うことによつて実施される。

処理330は、数式座標値を、寸法を変数とする多変数関数式とみなす処理として実施される。

処理340は、多変数関数式を構成している各寸法について(340)、偏微分を行い関数の傾き $f_i'$ を求め(341)、 $f_i'$ の正負によつて(342)、 $L_i$ および $S_i$ に寸法の最大値または最小値を代入する処理として実施される。ここでいう寸法の最大値とは、基準寸法の値と上の寸法許容差の和であり、寸法の最小値とは、基準寸法の値と下の寸法許容差の和である。

処理350は、 $L_i$ に設定した値を関数式に代入し、数式座標の最大値を求める処理として実施される。

処理360は、 $S_i$ に設定した値を関数式に代

入し、数式座標の最大値を求める処理として実施される。

第13図は、各直線の存在する可能性のある領域を表現する直線と点のデータを生成する処理(400)を、さらに詳しく示した図である。この処理は、410および420を処理することによって実施される。

処理410は、直線の存在する可能性のある領域の幅が形状全体と比較して非常に狭いので、幅のみを拡大して表示するための拡大率を $k$ とする処理として実施される。

処理420は、入力データ中のすべての直線 $l$ について、処理430、440、450、460を、順に行うことによって実施される。

処理430は、直線 $l$ の両端点を $p1$ および $p2$ とする処理として実施される。

処理440は、

$x_{1min}$ に、点 $p1$ の $x$ 座標の最小値を、

$x_{1max}$ に、点 $p1$ の $x$ 座標の最大値を、

$y_{1min}$ に、点 $p1$ の $y$ 座標の最小値を、

新たな $x_{1max}$ として、 $(x_{1max} - x_{1min}) \times k + x_{1min}$ を、

新たな $x_{2min}$ として、 $(x_{2min} - x_{2max}) \times k + x_{2max}$ を、

新たな $x_{2max}$ として、 $(x_{2max} - x_{2min}) \times k + x_{2min}$ を、

それぞれ代入することによって実施される。

処理462は、5直線、

$(x_{1min}, y_{1max}) - (x_{2min}, y_{2max})$

$(x_{1max}, y_{1min}) - (x_{2max}, y_{2min})$

$(x_{1min}, y_{1min}) - (x_{2max}, y_{2max})$

$(x_{1min}, y_{1max}) - (x_{1max}, y_{1min})$

$(x_{2min}, y_{2max}) - (x_{2max}, y_{2min})$

およびこの5直線の端点となる6点を限定するデータを生成することによって実施される。

処理463は、

新たな $y_{1min}$ として、 $(y_{1min} - y_{1max}) \times k + y_{1max}$ を、

新たな $y_{1max}$ として、 $(y_{1max} - y_{1min}) \times k + y_{1min}$ を、

$y_{1max}$ に、点 $p1$ の $y$ 座標の最大値を、

$x_{2min}$ に、点 $p2$ の $x$ 座標の最小値を、

$x_{2max}$ に、点 $p2$ の $x$ 座標の最大値を、

$y_{2min}$ に、点 $p2$ の $y$ 座標の最小値を、

$y_{2max}$ に、点 $p2$ の $y$ 座標の最大値を、

それぞれ代入することによって実施される。

処理450は、

$x_{1mean}$ に、 $x_{1min}$ と $x_{1max}$ の平均値を、

$y_{1mean}$ に、 $y_{1min}$ と $y_{1max}$ の平均値を、

$x_{2mean}$ に、 $x_{2min}$ と $x_{2max}$ の平均値を、

$y_{2mean}$ に、 $y_{2min}$ と $y_{2max}$ の平均値を、

それぞれ代入することによって実施される。

処理460は、 $p1$ の数式 $x$ 座標と $p2$ の数式 $x$ 座標を比較して、等しい、すなわち直線 $l$ が $y$ 座標軸に平行ならば、461と462の処理を行い、そうでないなら、463と464の処理を行うことによって実施される。

処理461は、

新たな $x_{1min}$ として、 $(x_{1min} - x_{1mean}) \times k + x_{1mean}$ を、

新たな $y_{2min}$ として、 $(y_{2min} - y_{2mean}) \times k + y_{2mean}$ を、

新たな $y_{2max}$ として、 $(y_{2max} - y_{2mean}) \times k + y_{2mean}$ を、

それぞれ代入することによって実施される。

処理464は、5直線

$(x_{1min}, y_{1min}) - (x_{2max}, x_{2min})$

$(x_{1max}, y_{1max}) - (x_{2min}, y_{2max})$

$(x_{1min}, y_{1min}) - (x_{2min}, y_{2min})$

$(x_{1max}, y_{1max}) - (x_{1min}, y_{1max})$

$(x_{2min}, y_{2max}) - (x_{2max}, y_{2min})$

およびこの5直線の端点となる6点を限定するデータを生成することによって実施される。

第14図は、各直線の存在する可能性のある領域を表現する直線およびそれらの直線で囲む領域を表示する処理(500)を、さらに詳しく示した図である。この処理は、510および540を処理することによって実施される。

処理510は、第13図で生成した各直線の存在する可能性のある領域を表現する直線をすべて

表示するまで、520および530の処理をすることによって実施される。

処理520は、存在可能性領域を表現する直線を5本ずつ組で表示することによって実施される。5本とは、入力データ中の直線1本を表現する1組であり、例えば、第9図の領域38Aを囲む4本の直線と、中心線1本からなる。

処理530は、処理520で表示された5本の直線で囲まれる領域を予め定められた色で塗り潰す処理である。処理520では、5本の直線によって2つの長方形領域を発生させるので、この処理では、この2つの長方形領域を両方とも塗り潰す。

処理540は、入力データ中の各寸法dについて(540)、寸法線、寸法補助線、寸法値を表示する(550)ことによって実施される。

このように処理された結果、本実施例によれば、第2図(D)に示す機械形状は、第4図に示したように表示される。つまり、同図に示すように、部品の外部を示す各直線が、上の寸法許容差および

下の寸法許容差およびその集積結果に比例関係のある長さの辺を持つ長方形(ハッチング部分)およびこの長方形の対向する2辺と平行で、同じ長さで2辺の中央を通る線分とによって表示される。なお、これらの直線のうち、基準座標上の直線は加工組立後の位置する可能性のある領域の幅が0なので、1辺の長さが0の長方形となり、実際には1直線として表示される。

したがって、本実施例によれば、設計者は、部品30の面37の表示された長方形部分と、部品50の面63の表示された長方形部分に重なる部分がないことを確認するだけで、設計寸法の合理性を容易に確認できるという効果がある。

すなわち、通常機械の製作にあたっては、加工上の制約から、部品を限密に基準寸法に一致させて作ることとはできない。このため、設計時には、製作指示として、加工上の制限を決める意味で、基準寸法とともに上の寸法許容差および下の寸法許容差を設定している。このような制約のもとで部品を加工すると、加工後の実寸法は、許容域内

のある値となるが、加工前には許容域中のどのような値になるかは予想できない。このため、設計者は実寸法が許容域中のどのような値になっても機械が正常に機能するように、上の寸法許容差および下の寸法許容差を決めている。しかし、機械が正常に機能するためには、組立状態での寸法の検討が不可欠であるため、設計者には、各部品を設計寸法の許容域内に加工するときの組立状態の各部の寸法を、計算、予測して、部品設計寸法の合理性を検討することが要求されるのである。

この点、上述したように、本実施例によれば、極めて容易に設計寸法の合理性を判断できるのである。

これに対し、従来は公差を考慮しない基準寸法のみに対応させた第5図の表示状態とされ、上の寸法許容差および下の寸法許容差すおよびその集積結果に関係する長さについては、図形による表示がなされていないことから、例えば第2図に示す機械の寸法の合理性の検討では、部品50の凹部に他の2部品10、30が入るため、各部品10、

30、50の各寸法が許容域内のどのような値になつても、凹部の幅が他の2部品10、30の幅の和以上となることを確認する必要がある。したがって、従来は、第5図に表示されたデータから、以下のような面倒な計算を行い、求めた結果の範囲で、すべて正となることを確認しなければならず、極めて煩雑なものとなるのである。

$$\begin{aligned} & (40_{+0.1}^{+0.1}) - ((20_{-0.1}^{+0.1}) + (20_{-0.1}^{+0.1})) \\ &= (40_{+0.1}^{+0.1}) - (40_{-0.2}^{+0.2}) \\ &= (40_{+0.1}^{+0.1}) + (-40_{-0.2}^{+0.2}) \\ &= (0_{+0.1}^{+0.3}) > 0 \end{aligned}$$

なお、存在可能性領域の表示は、ハッチングの代わりに、形状を表現する線と異なる色で塗り潰すこと、形状を表現する線を表示せず、存在可能性領域のみを面ごとに異なる色で塗り潰すこと、数値による表示とともに表示すること等が可能である。

#### (実施例2)

次に、第1図に示す入力媒体1と、データ処理

装置2と、表示端末装置3とが構成してなる実施例2を説明する。本実施例は、第15図に示す2つの部品5, 6で構成された機械を、第18図(A), (B)および第17図のように表示させた例である。第17図、第18図(A)の左上のピン6Aおよび穴5Aの部分を拡大表示したものであり、右上から左下へのハッチング部分が穴5Aの形状、左上から右下へのハッチング部分がピン6Aの形状を表現する線が存在可能性領域である。この図を見ると、2つの領域に重なり部分があり、ピン6Aを穴5Aに挿入できない可能性があることがわかる。

第15図の形状に、第18図(A), (B)のように寸法が指定してあるとき、この形状を表現する入力データの例として、第19図(A), (B)に示すデータとなる。このデータは、3次元空間内の点を $x, y, z$ 座標として与えたとき、その点が部品内に含まれるか含まれないかを判定できる形式の立体表現のデータと、寸法のデータである。

データ処理装置2は、まずこのデータから、2

次元の表示装置3に表示するために、基準座標を元に2次元に投影した線のデータを作成する。このデータ、例えば原点を基準にして平面図を表示する場合には、下記の8本の線のデータである。

$$x^2 + y^2 - f^2/4 = 0 \quad \dots \textcircled{1}$$

$$(x-h/2)^2 + y^2 - k^2/4 = 0 \quad \dots \textcircled{2}$$

$$(x-h \cos i/2)^2 + (y-h \sin i/2)^2 - k^2/4 = 0 \quad \dots \textcircled{3}$$

$$(x-h \cos j/2)^2 + (y-h \sin j/2)^2 - k^2/4 = 0 \quad \dots \textcircled{4}$$

$$(x-q)^2 + (y-r)^2 - a^2/4 = 0 \quad \dots \textcircled{5}$$

$$(x-m/2-q)^2 + (y-r)^2 - p^2/4 = 0 \quad \dots \textcircled{6}$$

$$(x-m \cos n/2-q)^2 + (y-m \sin n/2-r)^2 - p^2/4 = 0 \quad \dots \textcircled{7}$$

$$(x-m \cos o/2-q)^2 + (y-m \sin o/2-r)^2 - p^2/4 = 0 \quad \dots \textcircled{8}$$

これらは、寸法値( $a \sim r$ )を用いた式で表現されている。

従来は、これらの線 $a \sim r$ の寸法を、基準寸法に固定して表示していたが、本実施例では、各寸

法が最大値と最小値の間の範囲に分布するとき、存在する可能性のある領域を生成して表示する。なお、この存在可能性領域を生成する2種類の方法を用意している。

第1の方法は、式の形から直接的に領域を生成する方法であり、例えば、①式は半径部分のみに寸法の分布が存在するから、次式⑩を生成する。

$$f_{\min}^2/4 \leq x^2 + y^2 \leq f_{\max}^2/4 \quad \dots \textcircled{10}$$

第2の方法では、任意の点( $x, y$ )を与えるときに、その点が領域内に含まれるか含まれないかを判定する形式で表現する方法であり、例えば、②式からは次の手順で求める。

与えられた $x, y$ に対して、次式⑩を満たす $h, k$ が存在するかどうかを判定すれば良い。

$$s(x, y) = (x-h/2)^2 + k^2/4 \quad \dots \textcircled{11}$$

$s$ は連続的だから、次式⑪を満たすかどうかの判定と同値である。また、次式⑫が成立する。

$$s_{\min}(x, y) \leq 0 \leq s_{\max}(x, y) \quad \dots \textcircled{12}$$

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial}{\partial h} s(x, y) &= -h \left( \frac{h}{2} \right) \\ \frac{\partial}{\partial k} s(x, y) &= k \end{aligned} \right\} \quad \dots \textcircled{13}$$

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial}{\partial k} s(x, y) &= -\frac{k}{2} < 0 \\ \text{これらのことから、} x \leq h_{\max}/2 \text{ の場合は、} \end{aligned} \right\}$$

$\frac{\partial}{\partial h} s \geq 0$ であり、 $s_{\max}, s_{\min}$ は次式⑬となる。

$$\left. \begin{aligned} s_{\max} &= (x-h_{\max}/2)^2 + y^2 - k_{\min}^2/4 \\ s_{\min} &= (x-h_{\min}/2)^2 + y^2 - k_{\max}^2/4 \end{aligned} \right\} \quad \dots \textcircled{14}$$

また、 $x \geq h_{\max}/2$ の場合は、 $\frac{\partial}{\partial h} s \leq 0$ であり、 $s_{\max}, s_{\min}$ は次式⑭となる。

$$\left. \begin{aligned} s_{\max} &= (x-h_{\max}/2)^2 + y^2 - k_{\min}^2/4 \\ s_{\min} &= (x-h_{\min}/2)^2 + y^2 - k_{\max}^2/4 \end{aligned} \right\} \quad \dots \textcircled{15}$$

このように、生成された存在可能性領域が表示装置に表示される。第1の方法で生成された領域は、境界線の描画および境界内の塗り潰しで表示され、第2の方法で生成された領域は、表示領域中のいくつかの点で領域の内外を判定し、領域内の場合のみ点を表示するという方法で表示される。

上述したように、本実施例によれば、前記実施

例1と同一の効果を奏することができる。

(発明の効果)

以上説明したように、本発明によれば、基準寸法と公差からなる設計データに基づいて公差を考慮した関連形状を表示する機能、すなわち実際に製作され得る部品等に形状幅を考慮して、関連部品等の組立状態における相互関係を表示する機能を有したものとすることができ、これにより設定した寸法公差の影響を図形情報として把握でき、設計の作業性と能率を大幅に向上させることができる。

4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の一実施例装置の構成図、第2図(A)～(D)は一実施例を説明するための機械部品の外形を示す斜視図、第3図(A)～(C)は入力設計データの一例を示す図、第4図は実施例による表示図形の一例を示す図、第5図は従来例による表示図形の一例を示す図、第6図は実施例の処理手順を示すフローチャート図、第7図と第8図は処理途中のデータ例を示す図、第9図は

実施例の図形表示例を説明する図、第10図(A)、

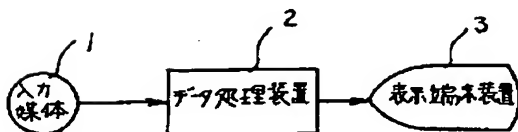
(B)は処理途中のデータ例を示す図、第11図(A)～(C)、第12図、第13図、第14図は第6図フローチャートの詳細を示すフローチャート図、第15図は他の実施例を説明するための機械部品の外形を示す斜視図、第16図(A)、

(B)は第15図に係る機械の表示図形の一例を示す図、第17図は第16図(A)の部分拡大図、第18図は第15図の機械の設計寸法の指定例を示す図、第19図(A)、(B)は第15図の機械に係る入力設計データの一例を示す図である。

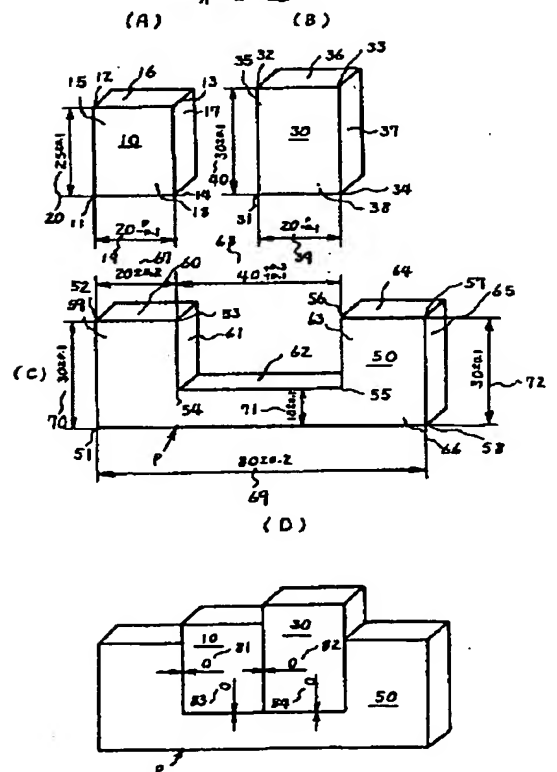
1…入力媒体、2…データ処理装置、3…表示端末装置。

代理人 弁理士 鶴沼辰之

第1図



第2図

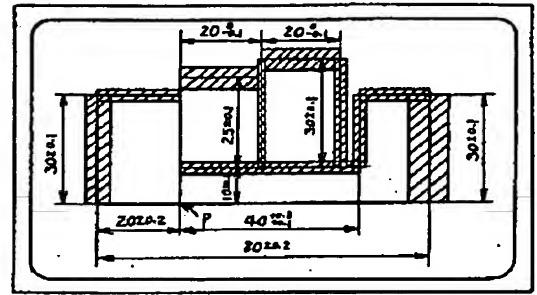




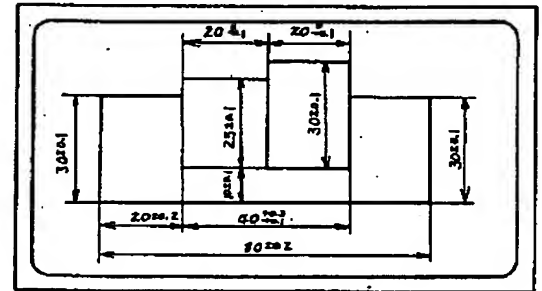
第 3 図

(A)			(B)		
直線	点	点	点	X	Y
15	11	12	11	20	10
16	12	13	12	20	35
17	13	14	13	40	35
18	14	11	14	40	10
35	31	32	31	40	10
36	32	33	32	40	40
37	33	34	33	60	40
38	34	31	34	60	10
59	51	52	51	0	0
60	52	53	52	0	30
61	53	54	53	20	30
62	54	55	54	20	10
63	55	56	55	60	10
64	56	57	56	60	30
65	57	58	57	80	30
66	58	51	58	80	0

第 4 図



第 5 図



(C)

寸法	直線 1	直線 2	基準寸法	上の寸法許容差	下の寸法許容差
19	15	17	20	0	-0.1
20	16	18	25	+0.1	-0.1
39	35	37	20	0	-0.1
40	36	38	30	+0.1	-0.1
67	59	61	20	+0.2	-0.2
68	61	63	40	+0.3	+0.1
69	59	65	80	+0.2	-0.2
70	60	66	30	+0.1	-0.1
71	62	66	10	+0.1	-0.1
72	64	66	30	+0.1	-0.1
81	15	61	0	0	0
82	17	35	0	0	0
83	18	62	0	0	0
84	38	62	0	0	0

第 6 図

(開始)

形状を限定するデータを入力する (100)

各点の位置座標を表現する寸法式を生成する (200)

各位置座標の最大値及び最小値を生成する (300)

各直線が存在する可能性のある領域を表現する直線と点のデータを生成する (400)

直線と直線との相互領域を表現する (500)

(終了)

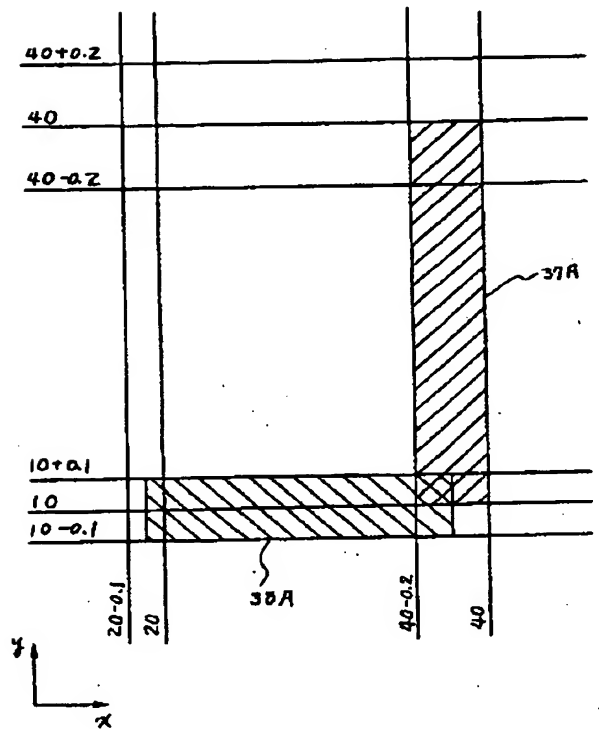
第 7 図

点	X	Y
11	81	71+23
12	81	71+83+20
13	81+19	71+83+20
14	81+19	71+83
31	81+19+82	71+84
32	81+19+82	71+84+40
33	81+19+82+39	71+84+40
34	81+19+82+39	71+84
51	-67	0
52	-67	70
53	0	70
54	0	71
55	68	71
56	68	72
57	-67+69	72
58	-67+69	0

第 9 図

第 8 図

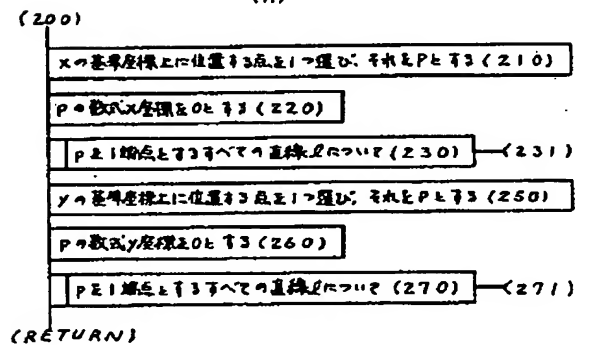
点	X		Y	
	最大	最小	最大	最小
11	0 + 0	0 - 0	10 + 0.1	10 - 0.1
12	0 + 0	0 - 0	35 + 0.2	35 - 0.2
13	20 + 0	20 - 0.1	35 + 0.2	35 - 0.2
14	20 + 0	20 - 0.1	10 + 0.1	10 - 0.1
31	20 + 0	20 - 0.1	10 + 0.1	10 - 0.1
32	20 + 0	20 - 0.1	40 + 0.2	40 - 0.2
33	40 + 0	40 - 0.2	40 + 0.2	40 - 0.2
34	40 + 0	40 - 0.2	10 + 0.1	10 - 0.1
51	-20 + 0.2	-20 - 0.2	0 + 0	0 - 0
52	-20 + 0.2	-20 - 0.2	30 + 0.1	30 - 0.1
53	0 + 0	0 - 0	30 + 0.1	30 - 0.1
54	0 + 0	0 - 0	10 + 0.1	10 - 0.1
55	40 + 0.3	40 + 0.1	10 + 0.1	10 - 0.1
56	40 + 0.3	40 + 0.1	30 + 0.1	30 - 0.1
57	60 + 0.4	60 - 0.4	30 + 0.1	30 - 0.1
58	60 + 0.4	60 - 0.4	0 + 0	0 - 0

第 10 図  
(A)

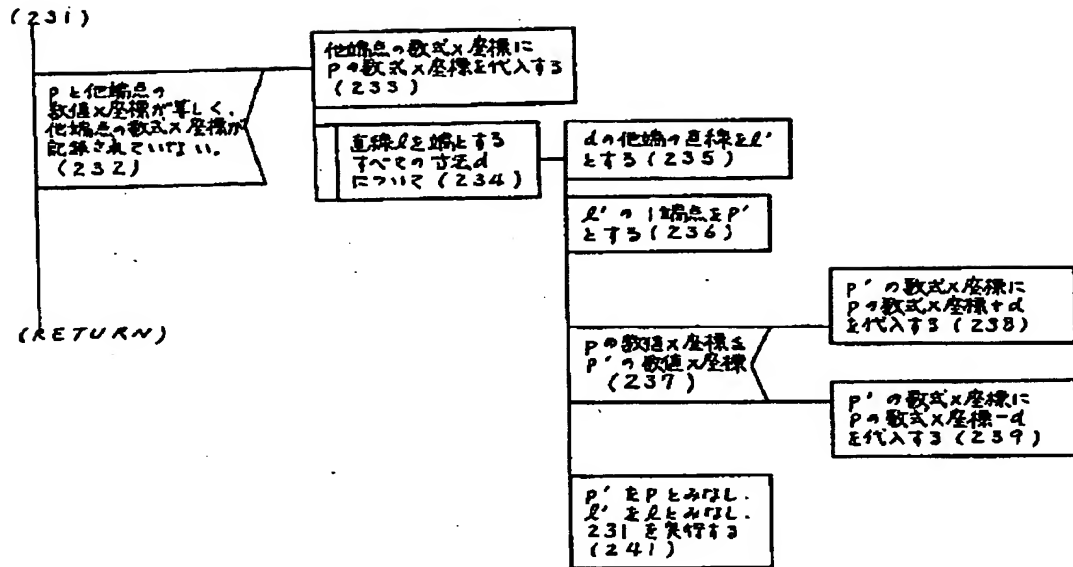
直線	点	点
800	810	811
801	811	812
802	812	813
803	813	810
804	814	815
900	910	911
901	911	912
902	912	913
903	913	910
904	914	915

(B)

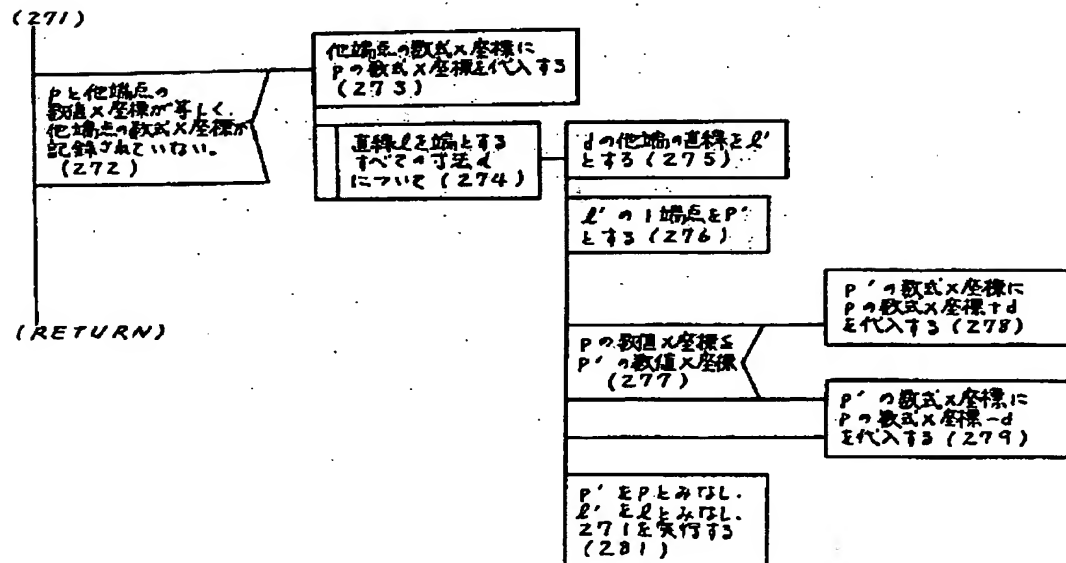
点	X	Y
810	38.9	40
811	40.9	40
812	40.9	10
813	38.9	10
814	39.9	40
815	39.9	10
910	39.9	11
911	39.9	9
912	19.95	9
913	19.95	11
914	39.9	10
915	19.95	10

第 11 図  
(A)

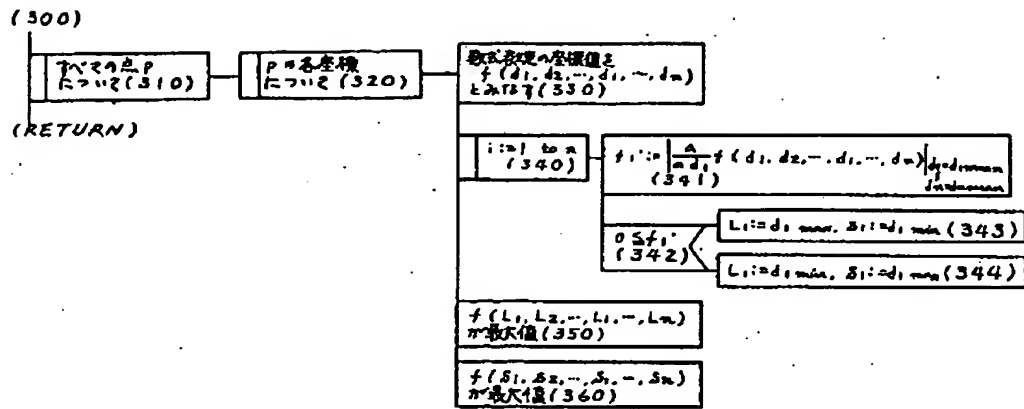
## 第 11 図 (B)



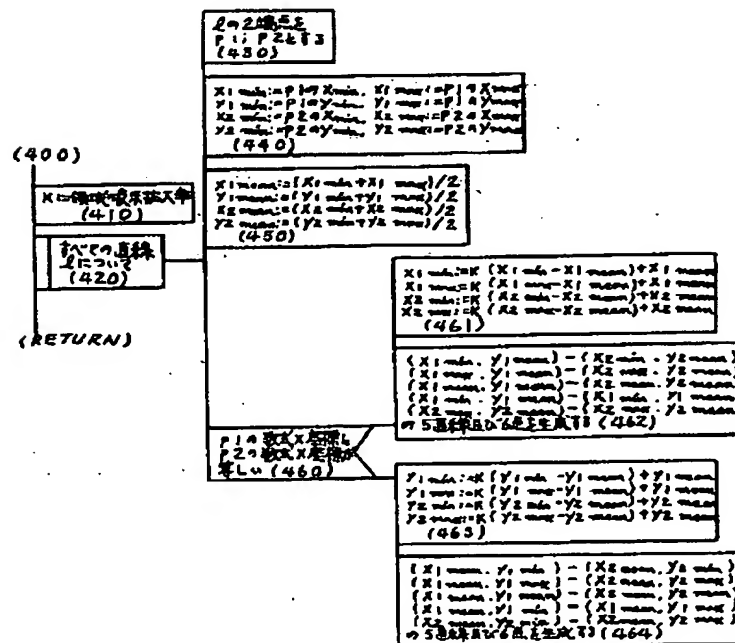
## 第 11 図 (C)



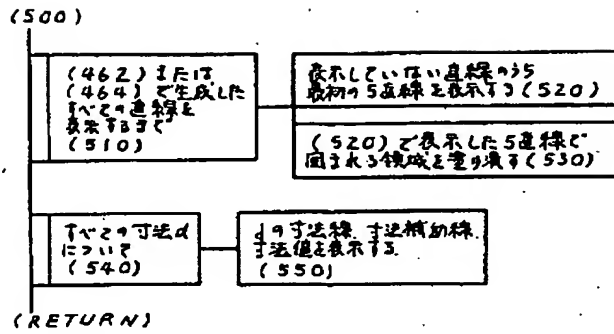
第 12 図



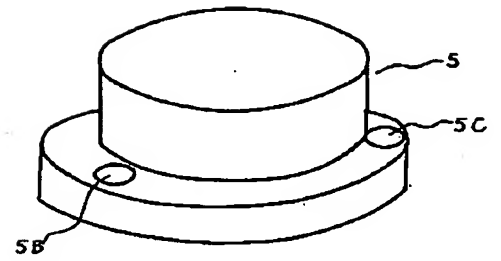
第 13 図



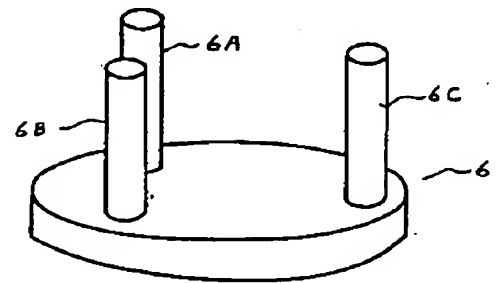
第 14 図



(A)

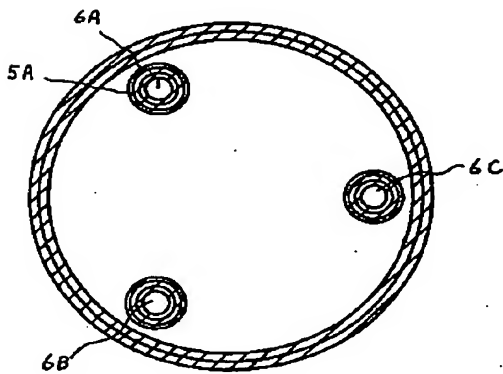


(B)

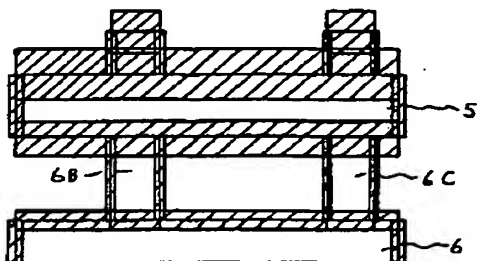


第 16 図

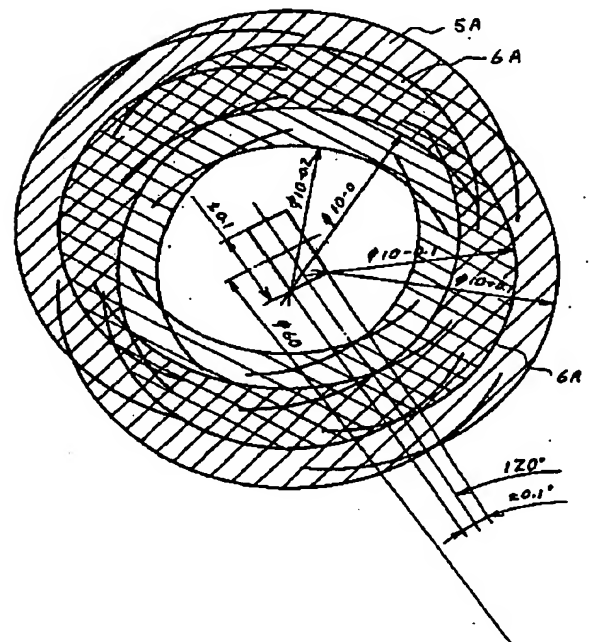
(A)



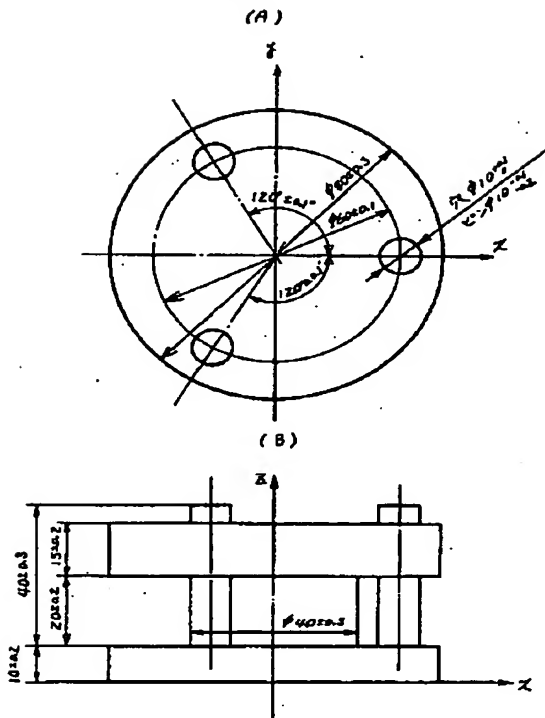
(B)



第 17 図



第18 図



第19 図 (B)

寸法名称	基準寸法	上寸法許容差	下寸法許容差
a	15	+0.2	-0.2
b	20	+0.2	-0.2
c	40	+0.3	-0.3
d	10	+0.2	-0.2
e	0	+0	-0
f	80	+0.3	-0.3
g	40	+0.3	-0.3
h	60	+0.1	-0.1
i	120°	+0.1°	-0.1°
j	120°	+0.1°	-0.1°
k	10	+0.1	-0
l	80	+0.3	-0.3
m	60	+0.1	-0.1
n	120°	+0.1°	-0.1°
o	120°	+0.1°	-0.1°
p	10	-0.1	-0.2
q	0	+0.01	-0.01
r	0	+0.01	-0.01

第19 図 (A)

## 部品 5

$$\begin{aligned}
 & \{ (b+d+e \leq z) \text{ and } (z \leq a+b+d+e) \\
 & \text{and } (x^2+y^2 \leq f^2/4) \\
 & \text{and } ((x-h/2)^2+y^2 \leq K^2/4) \\
 & \text{and } ((x-h \cos i/2)^2+(y-h \sin i/2)^2 \leq K^2/4) \\
 & \text{and } ((x-h \cos j/2)^2+(y+h \sin j/2)^2 \leq K^2/4) \} \\
 & \text{or } \{ (d+e \leq z) \text{ and } (z \leq b+d+e) \text{ and } (x^2+y^2 \leq g^2/4) \}
 \end{aligned}$$

## 部品 6

$$\begin{aligned}
 & \{ (0 \leq x) \text{ and } (z \leq d) \\
 & \text{and } ((x-q)^2+(y-r)^2 \leq R^2/4) \} \\
 & \text{or } \{ (d \leq x) \text{ and } (z \leq c+d) \\
 & \text{and } ((x-m/2-q)^2+(y-r)^2 \leq p^2/4) \} \\
 & \text{or } \{ (d \leq x) \text{ and } (z \leq c+d) \\
 & \text{and } ((x-m \cos n/2-q)^2+(y-m \sin n/2-r)^2 \leq p^2/4) \} \\
 & \text{or } \{ (d \leq x) \text{ and } (z \leq c+d) \\
 & \text{and } ((x-m \cos o/2-q)^2+(y+m \sin o/2-r)^2 \leq p^2/4) \}
 \end{aligned}$$

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER: \_\_\_\_\_**

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**